Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.3, Fall 2021, P. 313-330
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۳۳۰-۳۱۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات تنش آبی و مقادیر مختلف ورمی کمپوست و سولفات پتاسیم بر برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه شلیل رقم 'ردگلد'

محمد جانعلی نژاد[1]- حسین افشاری[2]*- بهداد علیزاده[3]- امید قاسمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف سولفات پتاسیم، ورمی‌کمپوست و تنش آبی بر خواص کمی و کیفی میوه شلیل رقم 'ردگلد' پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در ۳ تکرار و ۱۸ تیمار، جمعاً بر روی ۵۴ درخت در سال ۱۳۹۵ در شهر ساری اجرا گردید. فاکتورهای مورد آزمایش شامل سطوح آبیاری در دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به عنوان عامل اصلی و ورمی کمپوست در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ کیلوگرم برای هر درخت به عنوان عامل فرعی، سطوح سولفات پتاسیم به میزان صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم برای هر درخت به عنوان عامل فرعی فرعی بود. نتایج نشان داد که تیمار پتاسیم موثرترین تیمار اعمال شده بر روی گیاه بوده و در مقایسه با دو تیمار اعمال شده دیگر بیشترین اثرگذاری را در بهبود عملکرد، وزن میوه، طول میوه، مواد جامد محلول میوه، میزان کلروفیل برگ و پتاسیم برگ داشته و از نظری آماری اختلاف نتایج آن معنی‌دار شد ($P< 0.01$). تیمار ورمی کمپوست تنها بر میزان عملکرد میوه و پتاسیم برگ معنی‌دار بود. اثرات تنش آبی تنها تیماری بود که فقط بر وزن هسته میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و بر روی فاکتورهای کیفی مورد بررسی اثر معنی‌داری نداشته و در تقابل با سایر تیمارها اثرات خود را نشان داد. در مجموع نتایج حاکی از آن بود که کاربرد ورمی‌کمپوست به همراه سولفات پتاسیم نقش مفید و موثری در بهبود صفات مورفولوژی و فیزیولوژی شلیل رقم 'رد گلد' داشته و مصرف تلفیقی ورمی کمپوست و سولفات پتاسیم اثر مثبتی بر روی کمیت و کیفیت میوه شلیل داشت.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم برگ، تنش خشکی، عملکرد، کود آلی

مقدمه

شلیل با نام علمی (*Prunus persica var.nucipersica*) از خانواده Rosaceae نوعی هلو است که توسط جهش رویشی در یکی از ژن‌های هلو به وجود آمده است و در نتیجهٔ این جهش کرک‌های روی میوه از بین رفته و رنگ، عطر و طعم خاص در آن ایجاد شده است. سطح زیر کشت هلو و شلیل کشور ۸،۰۸۵،۲۲ هکتار بوده که ۹،۵۶۹،۳۲۳ تن در هکتار محصول از این سطح برداشت می‌شود (۳۳ و ۲). درخت شلیل یکی از درختان میوه مهم از نظر تجاری و بازار پسندی در ایران است که افزایش عملکرد میوه در این درخت همیشه از اهمیت به سزایی برخوردار بوده است. به طور کلی، درختان میوه دارای اهمیت اقتصادی بالایی هستند و بنابراین آگاهی دقیق از فاکتورهایی که تولید میوه را تحریک کرده و افزایش دهد، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. عوامل زیادی در عملکرد کمی و کیفی این درختان، ازجمله تولید میوه مؤثر هستند که از این عوامل می‌توان به تغذیه گیاه اشاره نمود. عناصر غذایی پر مصرف مورد نیاز گیاه مانند پتاسیم، ازت، فسفر، منیزیم، کلسیم و گوگرد که توسط گیاه از خاک جذب می‌شود یکی از مهمترین فاکتورهای لازم برای رشد گیاه و تولید میوه می‌باشد (۲۹). یکی از این عناصر که نقش قابل توجهی در تأمین رشد، کاهش اثرات سوء ناشی از تنش‌ها، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول، از جمله طول دوره انبارداری، بازارپسندی و ارزش اقتصادی آن دارد، پتاسیم است (۱۹).

به طور کلی گیاهان به پتاسیم زیادی نیاز دارند و از نظر میزان مصرف در بین عناصر غذایی، پتاسیم بعد از نیتروژن در ردیف دوم قرار دارد. اگرچه ممکن است میزان پتاسیم کل در خاک‌ها زیاد باشد،

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی و دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: H.Afshari@damghaniau.ac.ir)
۳- مربی گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران

DOI: 10.22067/jhs.2021.60608.0

اما بخش عمده‌ای از آن برای گیاهان غیر قابل جذب می‌باشد (۱۵). جذب پتاسیم توسط گیاه از محلول خاک، تحت تأثیر عواملی مانند شرایط رطوبتی خاک، pH، بافت، تهویه، دمای خاک و غلظت سایر عناصر غذایی قرار می‌گیرد (۱۵ و ۱۹). پتاسیم به عنوان کوفاکتور آنزیم‌ها، فعالیت‌های اسمزی و تنظیم الکترولیت‌های گیاهی به کار می‌رود و عنصری ضروری برای کنترل اسمزی است (۳۵). این عنصر شدت فتوسنتز، کلروپلاست‌ها و سرعت انتقال مواد ساخته شده در برگ‌ها را از طریق آوند آبکش به بافت‌های ذخیره‌ای افزایش می‌دهد و به همین دلیل عملکرد و کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد (۲۴). گیاهانی که با کمبود پتاسیم مواجه بودند حتی در شرایط آبیاری مناسب مقدار فتوسنتز کمتری داشته‌اند و حساسیت بیشتری به کاهش پتانسیل آب نشان دادند. این کاهش فتوسنتز به دلیل بسته شدن روزنه‌ها نیست بلکه در اثر آسیب رسیدن به ظرفیت فتوسنتزی است (۱۱). یکی از مهمترین ویژگی‌های کودهای پتاسیمی این است که کمبود آن، عملکرد کمی و کیفی را در محصولات زراعی و باغی کاهش می‌دهد اما استفاده بیش از نیاز از کودهای پتاسیمی برعکس سایر عناصر غذایی، چندان زیان‌آور نبوده (ایجاد اشکال و دشواری در جذب کلسیم و منیزیم)، بلکه جذب لوکس گیاه شده و گیاه را در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده سرحال نگه می‌دارد کود سولفات پتاسیم، یکی از کودهای مهم تامین کننده عناصر پتاسیم و گوگرد مورد نیاز گیاه است و علاوه بر تامین پتاسیم مورد نیاز گیاه، از گوگرد موجود در این کود میگروارگانیسم‌ها نیز استفاده نموده و سولفات قابل استفاده برای گیاه را در اختیار ریشه قرار می‌دهند (۲۹).

از طرف دیگر مصرف کودهای آلی به خصوص ورمی‌کمپوست‌ها، به دلیل داشتن ماهیت آلی، علاوه بر تامین بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه، از آلودگی‌های خاک جلوگیری نموده و منبع خوبی برای حاصلخیزی خاک محسوب می‌شود. ورمی کمپوست می‌تواند علاوه بر افزایش عملکرد گیاهان، مشکلات استفاده از کودهای غیر ارگانیک (شیمیایی) را کاهش دهد (۴۰). همچنین به علت داشتن ماده آلی حاوی خصوصیاتی مانند تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آن‌ها، ظرفیت بالای نگهداری آب و تهویه و زهکشی مناسبی که دارد در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی استفاده می‌شود (۵). در کنار تغذیه، نقش عوامل محیطی دیگری از جمله آبیاری نیز برای افزایش عملکرد میوه به اثبات رسیده است. هیچ موجود زنده‌ای را در عالم حیات نمی‌توان یافت که بدون وجود آب بتواند به حیات خود ادامه دهد، زیرا قسمت اعظم اندام‌های گیاهی و بدن جانوران را آب تشکیل می‌دهد. آب در اندام‌های گیاهی، محیطی را فراهم می‌سازد که در آن محیط تماس بسیاری از ترکیبات و عناصر بیشتر شده و فعل و انفعالات بیوشیمیایی در این چنین محیطی امکان‌پذیرتر می‌شود و تنش آبی در گیاه سبب ایجاد خسارت‌هایی در عملکرد گیاه می‌گردد (۱۲). تنش‌ها معمولاً به عنوان یک عامل خارجی که اثرات سوء بر گیاه به جا می‌گذارند و سبب می‌شوند گیاه در شرایط رشدی غیر ایده آل قرار گیرد. گفته می‌شود، تنش‌های آبی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان می‌باشد (۲۸). تنش آبی به ویژه در دوره گلدهی ممکن است خسارت‌زا باشد، زیرا قابلیت زنده ماندن و جوانه‌زنی دانه گرده را کاهش داده و سبب تأخیر در مسیر رشد و نمو گیاه می‌شود (۲۰). اما از طرفی، تاثیر کم آبیاری هم، در بهبود کیفیت در بعضی از میوه‌ها با افزایش در میزان قند، به اثبات رسیده است که با زمان اعمال تنش در مراحل رشد گیاه رابطه مستقیم دارد (۶، ۹ و ۱۳). در ارتباط با زمان اعمال تنش آبی در کیفیت میوه‌دهی انگور تحقیق صورت گرفت که نتایج این بررسی نشان داد کم آبیاری در محتویات قندی، اسیدی و به طور کلی کیفیت میوه انگور در مراحل انتهایی رشد میوه، بیشترین تاثیرگذاری را نشان داده است (۳۴).

استفاده از روش کم آبیاری به عنوان یک مدیریت کاراً و آگاهانه، فقط با هدف بهبود راندمان آبیاری صورت نمی‌پذیرد، بلکه به دنبال کاهش مصارف غیر مفید و افزایش سهم مصارف مفید است. اتخاذ این تمهیدات سبب توسعه عمیق سیستم ریشه‌ای شده و سبب افزایش حجم آب قابل دسترسی برای گیاه می‌شود. این روش برای اولین بار در استرالیا مطرح شد و هدف اصلی آن در شروع کار کنترل رشد اضافه ساقه درخت انگور بود (۱۰). از جمله نتایج این روش آبیاری، افزایش غلظت شیره آوندی و کاهش هدایت روزنه‌ای همراه با عدم کاهش در کمیت و کیفیت محصول است (۱۴).

تابع تولید یک مفهوم کاربردی است که رابطه بین واکنش گیاه به عوامل و نهاده‌های مختلف (آب، کود، خاک، انرژی و سایر شرایط) را بیان می‌کند (۳۶). بر این اساس با تغییراتی در میزان نهاده‌های گیاه می‌توان تاثیرات آن را بر روی عملکرد گیاه بررسی کرد و به سطح بهینه عملکرد رسید.

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم، تنش ابی و کاربرد کود آلی (ورمی کمپوست) به تنهایی و در تقابل با یکدیگر بر برخی صفات کمی و کیفی میوه شلیل رقم ردگلد انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عکس‌العمل میوه شلیل به اعمال تنش آبی و مقادیر مختلف ورمی کمپوست و سولفات پتاسیم و اثر آنها بر برخی خصوصیات کمی و کیفی این میوه، آزمایشی در سال ۹۵-۱۳۹۴ و در شرایط مزرعه‌ای انجام گردید. این آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به صورت طرح کرت‌های دوبار خرد شده (اسپلیت و اسپلیت پلات) در ۱۸ تیمار و در ۳ تکرار، در باغی به مساحت ۵۰۰۰ متر مربع

در روستای اسلامده (شاه افرا) از بخش رودپی شمالی از توابع شهرستان ساری جمعاً بر روی ۵۴ درخت اجرا گردید. این دهستان دارای ارتفاع ۸۱ متر از سطح دریا و طول جفرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه و ۲۹/۴ ثانیه و عرض جغرافیایی ۵۳ درجه و ۷ دقیقه و ۵۵/۹ ثانیه و متوسط بارش ماهانه آن منطقه ۶۸/۷ میلی‌متر و متوسط دما ۱۵/۲ سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی ۹۵/۰۸ درصد می‌باشد (۳۷). باغ انتخاب شده دارای بافت خاکی غالباً رسی لومی بوده و میزان کربن آلی خاک آن منطقه ۰/۵۲ درصد می‌باشد.

تیمارهای مورد آزمایش شامل اعمال تنش به صورت آبیاری در دو سطح ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به عنوان عامل اصلی و ورمی‌کمپوست در سطوح (صفر، ۵، و ۱۰ کیلوگرم) به عنوان عامل فرعی و سطوح سولفات پتاسیم (صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ گرم) به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شده است. جدول ۱، تیمارهای اعمال شده بر خاک و تاثیر آن بر درختان را نشان می‌دهد.

جدول ۱- تیمارهای تنش آبی و مقادیر مختلف ورمی کمپوست و سولفات پتاسیم اعمال شده بر شلیل رقم 'ردگلد'

Table 1- Water stress and different rate of vermicompost and potassium sulfate applied on Red gold cul tivar nectarine

	عامل اصلی **Main factor**	عامل فرعی **Sub factor**	عامل فرعی فرعی **Sub-sub factor**
ردیف ID	آبیاری Irrigation (%)	ماده آلی (ورمی‌کمپوست) Organic matter (vermicompost) (kg)	کود پتاسیم K fertilizer (g)
T1	50%	0	0
T2	50%	0	200
T3	50%	0	400
T4	50%	5	0
T5	50%	5	200
T6	50%	5	400
T7	50%	10	0
T8	50%	10	200
T9	50%	10	400
T10	100%	0	0
T11	100%	0	200
T12	100%	0	400
T13	100%	5	0
T14	100%	5	200
T15	100%	5	400
T16	100%	10	0
T17	100%	10	200
T18	100%	10	400

جهت انجام این پژوهش، ابتدا از خاک باغ چند نمونه خاک مرکب بطور جداگانه از اعماق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر تهیه و جهت آزمایشات عناصر ماکرو و میکرو به آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران ارسال گردید و پتاسیم خاک به روش استات آمونیوم یک نرمال (۴۳)، خاک هوادهی شده و خشک شده به روش هیدرومتر (۲۲)، آهک خاک به روش خنثی نمودن با اسید کلریدریک (۳۹) و هدایت الکتریکی به روش گل اشباع (۴۲) انجام شد.

اعمال تیمارهای ماده آلی (ورمی کمپوست) و کود سولفات پتاسیم به خاک در اواخر فصل زمستان انجام شد و بلافاصله بعد از آن عملیات هوادهی یا همان بیل‌زنی صورت گرفت.

از اواسط اردیبهشت بعد از خودنمایی میوه محلول‌پاشی نیترات پتاسیم بر حسب عرف منطقه به فاصله ۱۰ روز برای همه تیمارهای آزمایشی انجام شد. به منظور اعمال تنش آبی، ابتدا نیاز آبی گیاه ETc (Crop evapotranspiration) بر اساس آمار و اطلاعات دراز مدت هواشناسی فرودگاه دشت ناز شهرستان ساری با استفاده از روش "پنمن- مانتیث" و نرم‌افزار "کراپ وات" تعیین شده و آبیاری از اواخر خرداد ماه آغاز و به فاصله هر ۸ روز، درختان حدود ۱۸ دقیقه با دبی ۵۰ لیتر (۵۰ درصد) و ۳۶ دقیقه (۱۰۰ درصد) صورت گرفت.

بعد از رسیدن محصول درختان مورد نظری که تیمار روی آنها اعمال گردیده، برداشت میوه در اواخر خردادماه صورت گرفته و عملکرد، وزن میوه، ارتفاع و قطر میوه توسط کولیس و وزن گوشت آن‌ها را اندازه‌گیری نموده و میوه‌ها برای انجام آزمایشات بعدی به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری، pH با (دستگاه pH متر)، مواد جامد محلول (به روش رفراکتومتری) (مدل: ATC) و قندکل (به روش آرنون) ارسال گردید و بعد از برداشت نهایی محصول نمونه برگ‌ها نیز به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری پتاسیم با دستگاه فیلم امیشن اسپکترومتر (به روش فلیم فتومتر) (مدل: AE-SFP 401) و کلروفیل

(با کلروفیل‌سنج) (مدل: SPAD502) ارسال شد.

تعیین خصوصیات کمی و میزان عناصر غذایی موجود

در تعیین خصوصیات کمی عملکرد کل میوه، وزن گوشت میوه، توسط ترازو، ارتفاع و قطر میوه توسط کولیس اندازه‌گیری شدند و میزان عناصر غذایی مورد استفاده به صورت زیر تعیین گردید:

اندازه‌گیری پتاسیم به روش فلیم فتومتر

اندازه‌گیری پتاسیم نمونه‌ها در عصاره حاصل از هضم بطریق سوزاندن خشک و استفاده از HCl همانند فسفر صورت گرفت. از این عصاره‌های نمونه گیاه مقدار ۵ میلی‌لیتر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد (نمونه‌ها ۱۰ بار رقیق شدند) سپس با دستگاه فلیم امیشن اسپکترومتر (فلیم فتومتر) و از طریق فرمول زیر اندازه‌گیری و محاسبه شدند.

$$\%K= (a-b)\times100\times d/w\times d.m\times v$$

اندازه‌گیری قند کل

برای اندازه‌گیری قند کل ۰/۲ میلی‌لیتر عصاره تغلیظ شده با ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون مخلوط و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. میزان جذب نور هر یک از نمونه‌ها پس از سرد شدن در طول موج ۶۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد با استفاده از گلوکز در غلظت‌های مختلف ساخته می‌شود. نمونه فاقد گلوکز به عنوان شاهد در نظر گرفته می‌شود. در نهایت مقدار آن به صورت میکروگرم بیان بدست می‌آید (۳۵).

تعیین میزان pH

pH به طور مستقیم با قرار دادن الکترود pH متر درون آب میوه شلیل اندازه‌گیری شد.

تعیین میزان مواد جامد قابل حل

برای اندازه‌گیری مواد جامد قابل حل، مطابق استاندارد ملی ایران (شماره ۲۶۸۵) از آب میوه صاف شده استفاده گردید. روش کار به این صورت بودکه، ۱۰ سی‌سی از آب میوه صاف شده را برداشته و یک قطره از آن را روی رفرکتومتر قرار داده و عددی را که دستگاه نشان می‌دهد، یادداشت می‌کنیم. در هنگام خواندن عدد، باید درجه حرارت آب میوه ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد و در غیر این صورت اعداد باید بر اساس ۲۰ درجه سانتی‌گراد تصحیح گردند (۱۶).

اندازه‌گیری کلروفیل برگ

بعد از نمونه‌گیری از میوه‌ها، با استفاده دستگاه کلروفیل‌متر اندازه‌گیری شاخص سبزینگی یا محتوی نسبی کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD-502,Konica Minolta, Japan)، انجام شد. به گونه‌ای که از هر درخت تعداد ۱۰ برگ کامل و سالم انتخاب و شاخص سبزینگی قرائت و ثبت شد.

داده‌های حاصل از آزمایش به وسیله‌ی نرم‌افزارهای MSTATC ver.1.2 , SPSS ver.16 , Excel 2010 تجزیه واریانس و میانگین داده‌ها به وسیله‌ی آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

از بررسی عمق‌های مختلف خاک با توجه به موقعیت مکانی زمین طرح که نزدیک به دریا بود این نتیجه حاصل شد که خاک در لایه‌های سطحی لومی تر بوده و بخش اعظم تغییرات در لایه‌های فوقانی خاک رخ داده و با پیشروی به سمت اعماق پیشروی می‌کنیم تغییرات بافت خاک کمتر می‌شود.

طول میوه

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد تنها کاربرد سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر طول میوه اختلاف معنی‌دار داشت ($p<0/01$) و دیگر فاکتورهای مورد بررسی و برهمکنش آنها بر طول میوه اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0/05$) (جدول ۳). نتایج حاصل از عدم مصرف سولفات پتاسیم نشان داد که طول میوه به میزان ۴۸/۴۶ میلی‌متر رسید. بیشترین میزان طول میوه (۵۲/۷۶ میلی‌متر) نیز در بالاترین سطح مصرف سولفات پتاسیم ۴۰۰ گرم برای هر درخت مشاهده شد. بنابراین می‌توان گفت نتایج پاسخ گیاه به سولفات پتاسیم در این پژوهش، حاکی از آن است که بالاترین میزان مصرف سولفات پتاسیم، ۸ درصد نسبت به تیمار شاهد و تیمار مصرف متوسط سولفات پتاسیم (۲۰۰ گرم برای هر درخت) طول میوه را افزایش داده و با توجه به حجم زیاد میوه بر روی درخت این اختلاف معنی‌دار شد (شکل ۱). اثر افزایشی در اندازه میوه می‌تواند در موقع تقسیم سلولی بیشترین اثر را داشته باشد، ولی مکانیسم اثر آن در این مرحله هنوز کاملاً مشخص نیست است (۲۶). می‌توان گفت پتاسیم در افزایش فشار اسمزی جذب آب و انتقال مواد در آوند آبکش نقش دارد (۷، ۱۹ و ۳۸). محدودهٔ ۰/۷ – ۱ درصد وزن خشک برگ، باعث افزایش وزن و اندازهٔ میوه می‌شود سولفات پتاسیم از طریق افزایش رشد رویشی شاخه‌ها و برگ‌ها، باعث افزایش فتوسنتز می‌شود و از این طریق فرایند کربن‌گیری را افزایش می‌دهد و کمیت و کیفیت میوه را ارتقا می‌دهد بنابراین می‌توان گفت پتاسیم نقش مهمی در انتقال شیره پرورده آوند آبکش بازی می‌کند. مختل شدن انتقالات آوند آبکش تحت کمبود پتاسیم ممکن است به تجمع قندهای محلول در برگ‌ها منجر شود.

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Tabel 2- Physical and chemical analysis of soil

عمق Depth (cm)	کاتیون قابل تبادل C.C.E (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی O.C (%)	ماده آلی O.M (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	ماسه Sand (%)	لای Silt (%)	رس Clay (%)	بافت خاک	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)
0-30	23	7.8	0.94	1.52	2.61	10.8	323	38	36	26	L	0.8	5.2	9.29
30-60	26	7.82	1.03	1.10	0.64	2.8	189	38	33	29	CL	-	-	-

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد برگ و میوه شلیل رقم 'ردگلد' تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری، ورمی کمپوست و سولفات پتاسیم

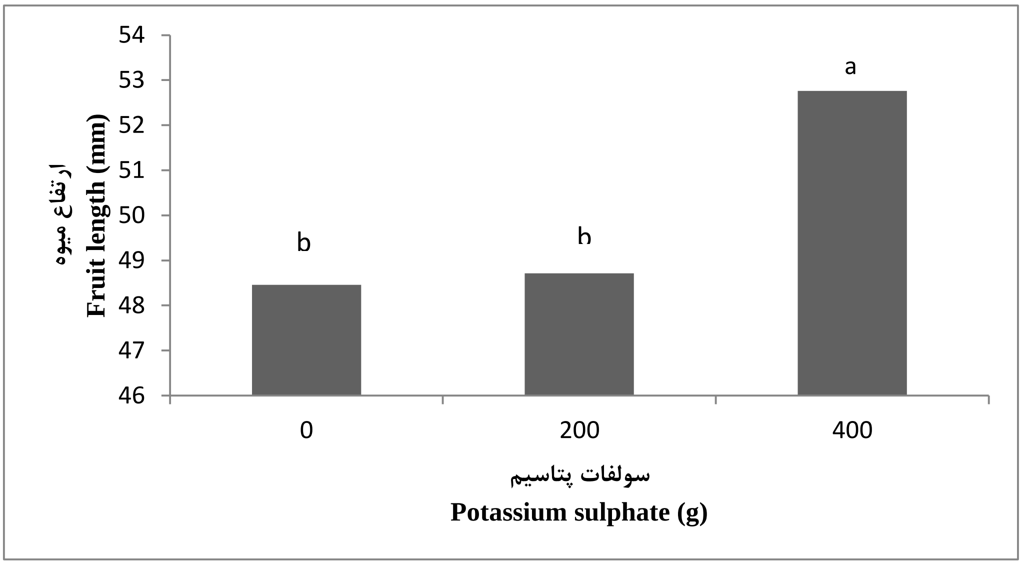
Table 3- Analysis of variance (mean squares) yield and yield components of Redgold cultivar nectarine leaves and fruits of under the influence of different treatments of irrigation, vermicompost and potassium sulfate

تیمار Treatment	درجه آزادی df	طول میوه Fruit length	وزن میوه Fruit weight	عملکرد Yeild	پتاسیم برگ Leaf Potassium	مواد جامد محلول Soluble solids	کلروفیل برگ Leaf chlorophyll	محتوی قند میوه Fruit sugar content
تکرار Repeat	2	115.416^{ns}	997.862*	197.907^{ns}	1.396*	3.156^{ns}	^{ns} 98.509	16410.681*
آبیاری Irrigation	1	116.013^{ns}	22.003^{ns}	647.574^{ns}	0.054^{ns}	9.012^{ns}	^{ns} 6.691	1190.042^{ns}
خطا Error	2	27.617	43.276	222.352	0.047	3.058	11.810	210.125
ورمی کمپوست Organic matter	2	32.898^{ns}	38.75^{ns}	1937.352**	2.203*	2.848^{ns}	7.499^{ns}	1370.167^{ns}
آبیاری×ورمی کمپوست Irrigation ×vermicompost	2	15.452^{ns}	46.456^{ns}	321.907*	0.197^{ns}	0.887^{ns}	23.629^{ns}	3796.167*
خطا Error	8	14.290	70.718	435.92	0.272	1.122	9.384	549.111
سولفات پتاسیم Potassium Solphate	2	105.024**	539.577**	1353.574**	2.465**	10.513**	28.065**	3274.042^{ns}
×× سولفات پتاسیم Irrigation ×Potassium Solphate	2	6.826^{ns}	38.903^{ns}	41.796^{ns}	0.042^{ns}	0.007^{ns}	0.013^{ns}	13471.542*
ورمی کمپوست × سولفات پتاسیم Vermicompost ×Potassium sulphate	4	4.158^{ns}	13.786^{ns}	45.935^{ns}	0.105^{ns}	0.093^{ns}	1.102^{ns}	6273.292*
آبیاری×ورمی کمپوست × سولفات پتاسیم Irrigation ×Vermicompost × Potassium Sulphate	4	7.809^{ns}	12.809^{ns}	27.546	0.053^{ns}	0.353^{ns}	8.779^{ns}	4683.292^{ns}
خطا Error	24	4.483	20.510	20.778	0.049	0.336	5.020	2587.875
ضریب تغییرات CV (%)		4/24%	9/49%	8/53%	12/66%	6/45%	14/5%	93/17%

^{ns} غیر معنی‌دار، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

^{ns} Non-significant, ** and *: Significant at 1% and 5% of probability levels.

این اختلال در متابولیسم کربوهیدرات ممکن است دلیل ممکن برای کاهش اندازه میوه مرکبات تحت شرایط کمبود پتاسیم باشد (۱۵ و ۲۰). بر این اساس مقدار ناکافی آن باعث کاهش کمی و کیفی محصـول می‌گردد و در خاک‌هایی که در آن به مقدار کافی پتاسیم قابل استفاده وجود نداشته باشد، وضعیت رشد و نمو گیاه در خطر خواهد بود چون گیاه نخواهد توانست در مقابل شرایط نامساعد آب و هوایی و تنش‌های محیطی مقاومت کند. در حالی که با مصرف سولفات پتاسیم بر مبنای آزمون خاک باعث افزایش معنی‌دار طول میوه، گوشت میوه، عملکرد، پتاسیم برگ، مواد جامد محلول و کلروفیل در مقایسه با شاهد گردید.



شکل ۱- اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر میزان طول میوه شلیل رقم 'ردگلد'
Figure 1- The effect of potassium sulphate levels on the fruit length of nectarine cv. 'Redgold'

وزن میوه

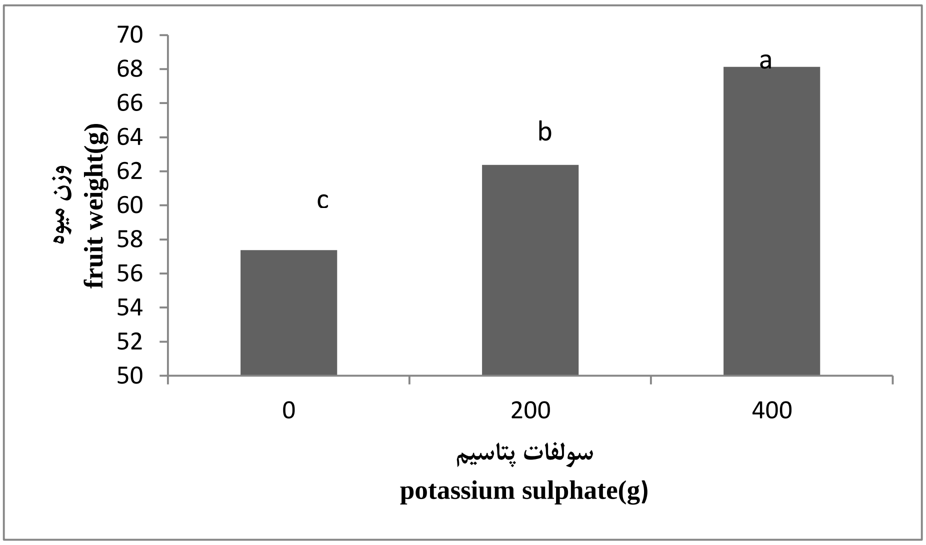
نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد کاربرد سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر وزن میوه اختلاف معنی‌دار داشت ($p<0.01$). از آنجایی که تولید میوه با کیفیت به ارتقاء کیفیت یا حداقل حفظ کیفیت میوه بستگی داشته و این امر تاثیر بسزایی در روند فروش و جذب اعتماد مشتری و در نهایت سودآوری دارد، نتایج نشان می‌دهد که مقادیر سولفات پتاسیم بر میزان وزن میوه تاثیرگذار بود، بطوری‌که کمترین میزان وزن میوه در تیمار عدم مصرف پتاسیم به مقدار ۴۱/۸۵ گرم و حداکثر وزن میوه در تیمار سولفات پتاسیم ۴۰۰ گرم برای هر درخت به مقدار ۵۲/۷۱ گرم بدست آمد (شکل ۲).

در مطالعه مشابهی که در سال ۱۹۹۷، بومان و همکاران بر روی اثر غلظت‌های مختلف کود نیترات پتاسیم بر وزن میوه گریپ فروت انجام شد نیز، نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که بالاترین دوز مصرفی کود پتاسیم در آزمایش سبب افزایش ۱۱/۴ درصدی وزن میوه گردید. بنابراین می‌توان گفت پتاسیم یکی از عناصر مهم و تاثیرگذار در افزایش اندازه و به طبع آن وزن میوه می‌باشد (۸).

عملکرد میوه

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست و سولفات پتاسیم بر عملکرد میوه اختلاف معنی دار داشت ($p<0/01$) (جدول ۳). در این تحقیق به نظر می‌رسد که ورمی کمپوست به دلیل تغییر شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک و همچنین افزایش قدرت و نگهداری آب و فراهمی مواد غذایی باعث بهبود کیفی و افزایش عملکرد در شلیل شد. فراهم بودن ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد و کاهش مصرف آب نسبت به تیمار شاهد شد به طوری‌که کمترین میزان عملکرد در تیمار عدم مصرف ورمی کمپوست (۴۱/۴۴ کیلوگرم به ازای هر درخت) و بیشترین میزان عملکرد میوه مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۵ و ۱۰ کیلوگرم به‌ترتیب (۵۸/۳۳ و ۶۰/۶۱ کیلوگرم به ازای هر درخت) بود (شکل ۳). بنا به دلایل مذکور، رشد و گسترش ریشه‌ی گیاهان در خاک‌هایی که ورمی کمپوست دریافت کرده باشند، افزایش می‌یابد. گیاه می‌تواند تحت شرایط مناسب فیزیکی و شیمیایی که ورمی کمپوست در خاک ایجاد می‌کند به خوبی رشد کرده و عناصر غذایی را جذب نماید (۳۰). کاربرد کود ورمی کمپوست موجب افزایش ظرفیت تبادل

کاتیونی خاک، افزایش مواد غذایی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه و افزایش تعادل نیتروژنی، افزایش مقدار ماده‌ی آلی، هوموس خاک و شکل‌گیری خاکدانه‌ها می‌گردد و از این طریق می‌تواند میزان خلل و فرج خاک را افزایش و ساختار خاک را بهبود بخشد (۴).



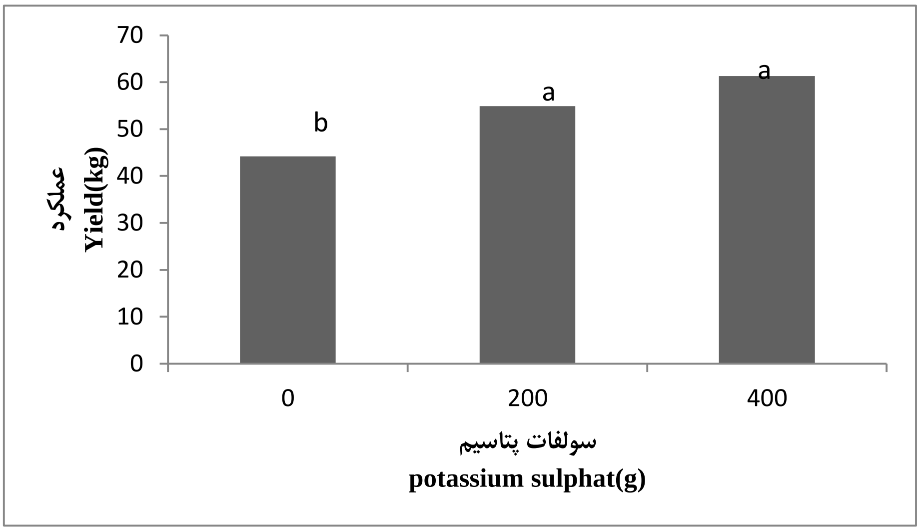
شکل ۲- اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر وزن میوه شلیل رقم 'ردگلد'

Figure 2- The effect of potassium sulphate levels on fruit weight of nectarine cv. 'Redgold'

نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها نشان داده که با افزایش سطوح سولفات پتاسیم عملکرد افزایش پیدا کرد. پتاسیم بعنوان یکی از عناصر ماکرو نقش مهمی در افزایش عملکرد و باردهی درختان دارد. به طوری‌که بالاترین میزان عملکرد میوه (۶۱/۳۳ کیلوگرم به ازای هر درخت) مربوط به تیمار مصرف سولفات پتاسیم (۴۰۰ گرم به ازای هر درخت) بوده که افزایش ۲۷/۹۹ درصدی را نسبت به کمترین میزان عملکرد که مربوط به تیمار شاهد بوده و میزان مصرف کود سولفات پتاسیم (۴۴/۱۶ کیلوگرم به ازای هر درخت) بود را نشان داد (شکل ۴). درختان میوه از جمله شلیل نیاز نسبتا زیادی به پتاسیم برای دست‌یابی به عملکرد و بهبود کیفیت بویژه برای مصرف تازه‌خوری دارند. تامین و عرضه ناکافی عناصر غذایی و پایین بودن کارایی جذب آن‌ها از عوامل اصلی پایین بودن عملکرد در واحد سطح و افت کیفی محصولات است و در برخی شرایط محیطی و خاکی از جمله pH بالا، آهک فراوان، متراکم بودن خاک، کمبود یا بیش بود آب آبیاری تامین و عرضه عناصر غذایی را توسط ریشه محدود می‌کند (۴۱). پتاسیم در تنظیم اسمزی و حفظ فشار آماس سلول‌های زندهٔ گیاهی، باز و بسته شدن روزنه‌ها، نمو سلول و کنترل تعرق و فتوسنتز و فعالیت‌های آنزیمی نقش کلیدی دارد (۲۱). کمبود پتاس باعث تقلیل کربن‌گیری و آزاد شدن اکسیژن می‌گردد و غلظت مناسب آن در گیاه، سبب افزایش بارگیری در آوند آبکش، انتقال مواد غذایی و تخلیه ساکاروز در محل مخزن (میوه) می‌شود و بدین طریق سبب افزایش عملکرد می‌شود (۱۵) و بهبود عملکرد و کیفیت میوه می‌تواند به تاثیر پتاسیم در ورود کربوهیدرات‌ها و یا سنتز تنظیم کننده های گیاهی درون میوه‌های جوان نسبت داده شود.

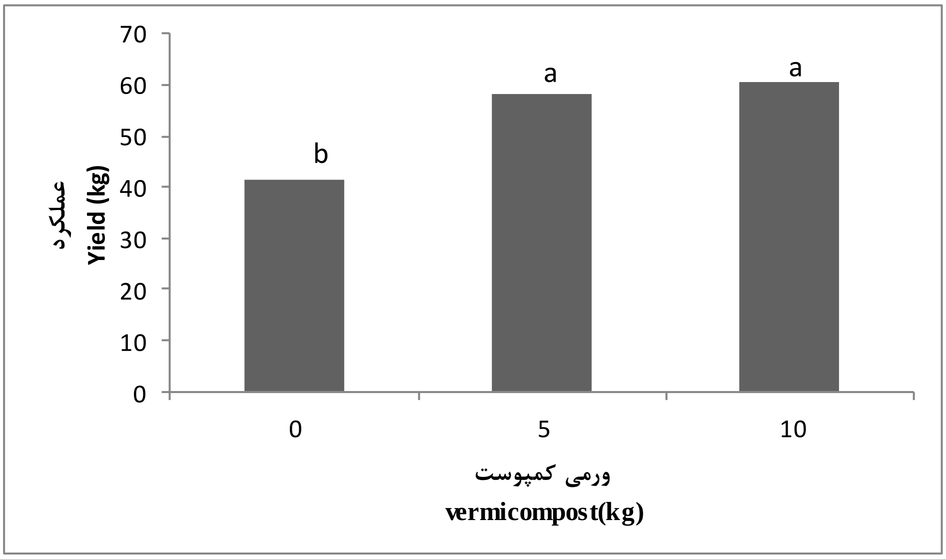
پتاسیم برگ

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد کاربرد سطوح مختلف سولفات پتاسیم ($p<0/01$) و همچنین کاربرد سطوح ورمی کمپوست ($p<0/05$) بر پتاسیم برگ اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). آنالیز داده‌های مربوط به پتاسیم برگ نشان داد که با افزایش غلظت ورمی کمپوست میزان پتاسیم موجود در برگ افزایش یافت. مقدار آن به ترتیب ۱/۳۵ و ۱/۸۴ و ۲/۰۲ درصد بدست آمد (شکل ۵). افزایش پتاس برگ را می‌توان، احتمالا، به دلیل فراهم شدن شرایط مناسب رشد به خاطر وجود ورمی کمپوست در بستر دانست. با اینکه هر دو تیمار ورمی کمپوست ۵ و ۱۰ کیلوگرم در یک کلاس قرار گرفته‌اند اما نسبت به شاهد اختلاف چشمگیری را نشان دادند.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر میزان عملکرد شلیل رقم 'ردگلد'

Figure 3- The effect of potassium sulphate levels on yield of nectarine cv. 'Redgold'



شکل ۴- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر میزان عملکرد شلیل رقم 'ردگلد'

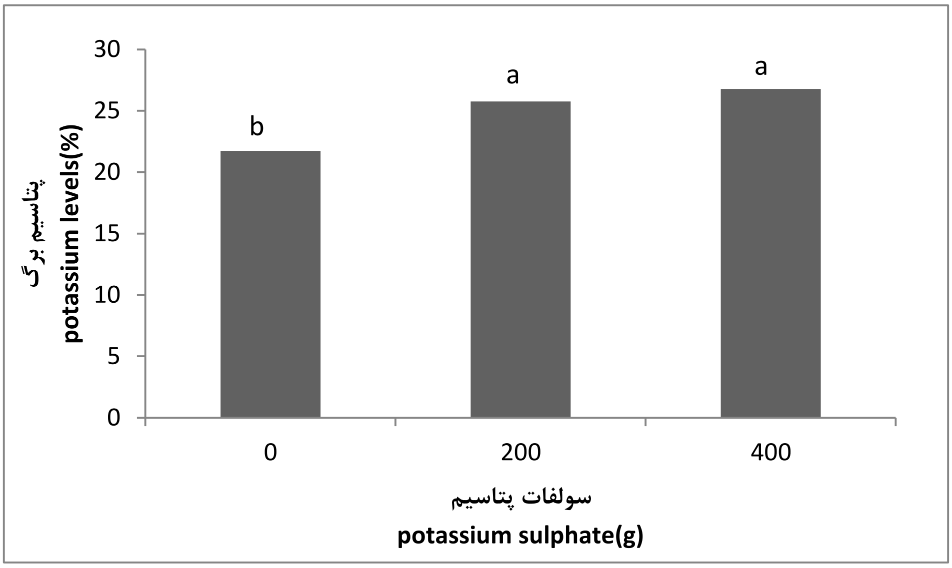
Figure 4-The effect of vermicompost levels on yield of nectarine cv. 'Redgold'

بنابراین تیمار ۵ کیلو ورمی کمپوست با ۵۰ درصد صرف‌جویی در مصرف ورمی کمپوست نسبت به تیمار ۱۰ کیلوگرم منجر به کاهش ۵ درصدی پتاس برگ گردید (شکل ۶) که این کاهش در میزان عملکرد، در میزان ارتفاع، TSS، اسیدیته و قند میوه که مهم ترین فاکتورهای برداشت و بازاررسانی میوه هستند تاثیرگذار نبود و علت این مسئله را بایستی با میزان نرمال بودن ورمی کمپوست بستر مرتبط دانست. نتایج حاصل از ۳ سطح ۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم سولفات پتاسیم نشان داد که بیشترین درصد پتاسیم برگ در تیمار ۴۰۰ گرم سولفات پتاسیم (به ازای هر درخت) با ۳۳ درصد اختلاف نسبت به تیمار عدم مصرف پتاسیم، بیشترین مقدار پتاس برگ به میزان ۲/۰۷ درصد را به خود اختصاص داد و در تیمار عدم مصرف پتاسیم بعنوان کمترین میزان ۱/۳۸ درصد و در تیمار ۲۰۰ گرم سولفات پتاسیم به میزان ۱/۷۷ درصد بدست آمد (شکل ۵). این نکته حائز اهمیت است که ورمی کمپوست ۱۰ کیلوگرم نسبت به ورمی کمپوست ۵ کیلوگرم باعث افزایش ۵ درصد پتاس برگ گردید، این افزایش بدین علت است که ورمی کمپوست حاوی مقادیری از عناصر از جمله پتاسیم می‌باشد و چون در سطح خود دارای بار منفی است، باعث آزاد شدن پتاسیم تثبیت شده در خاک می‌شود و ظرفیت نگهداری آن

را افزایش می‌دهد و در نتیجه باعث افزایش جذب پتاسیم توسط ریشه‌های گیاه می‌شود (۳). پتاسیم تأثیر مثبتی درافزایش رشد رویشی و بهبود عملکرد دارد و از طریق افزایش رشد شاخه‌ها و برگ‌ها باعث افزایش سطح مؤثر فتوسنتز می‌شود و عملکرد و کیفیت میوه را ارتقا می‌دهد. پتاسیم همچنین مهم‌ترین عنصر در فعالیت روزنه‌ای برگ است و از طریق کنترل باز و بسته شدن روزنه‌ها در میزان تنفس و تبخیر نقش دارد (۳۰). پتاسیم تأثیر مستقیمی روی فعالیت آنزیم رابیسکوکربوکسیلاز ندارد ولی از طریق افزایش سنتز آنزیم‌های کربوکسیلاسیون، تثبیت دی اکسید کربن را تحریک و موجب افزایش فتوسنتز می‌شود (۴). کود پتاسیم علاوه بر افزایش تولید ماده خشک و توسعه سطح برگ تا اندازه زیادی باعث نگهداری آب در بافت‌های گیاهی تحت شرایط تنش آب می‌گردد (۱۹). فرآیند رنگ گیری میوه‌های دچار کمبود پتاسیم در زمان بلوغ با تاخیر انجام می‌شود و نسبت به میوه‌های با درصد پتاسیم نرمال، رنگ پریده تر به نظر می‌رسند در این پژوهش با افزایش میزان سولفات پتاسیم میزان پتاس برگ درختان نسبت به شاهد سبب افزایش چشمگیری گردید. پتاسیم در سطوح گوناگون بر فتوسنتز گیاهان عالی اثر می‌گذارد. افزایش غلظت پتاسیم محیط بیرون به ۱۰۰ میلی‌مولار، یعنی به میزانی در حدود غلظت آن در سیتوپلاسم سلول‌های سالم، تثبیت گازکربنیک را تا سه برابر افزایش می‌دهد و این دلیلی بر ضروری بودن پتاسیم برای سالم نگه داشتن پلاستیدها و نقش آن‌هاست. همچنین پتاسیم در حرکت روزنه‌ها نقش دارد. افزایش غلظت پتاسیم در سلول‌های روزنه باعث جذب آب از سلول‌های پیرامون شده و به همراه آن افزایش فشار تورژسانس سلول‌های روزنه، به باز شدن روزنه‌ها منجر می‌شود و تبادلات گازی بیشتر انجام شده و فتوسنتز بیشتر می‌شود (۳۱).

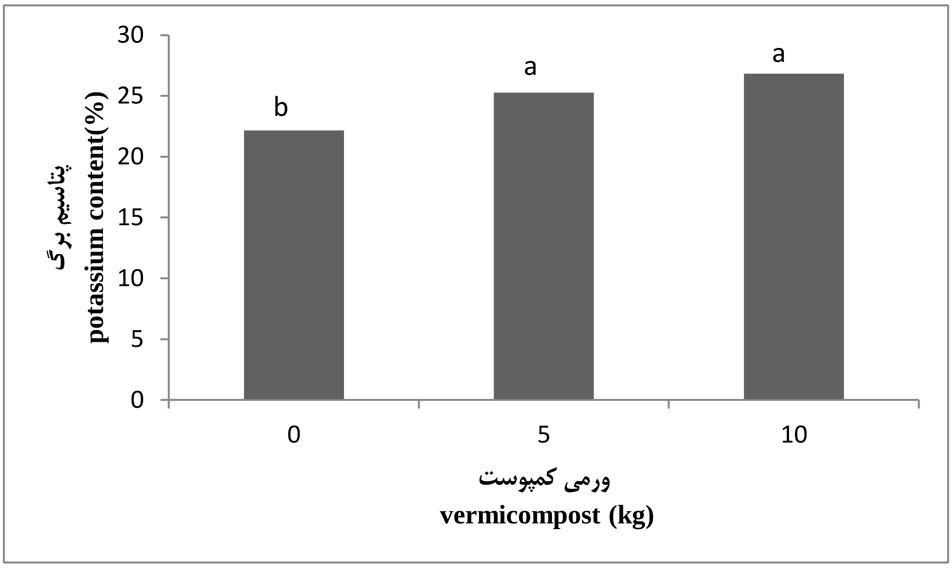
مواد جامد محلول (TSS: Total soluble solids)

با توجه به (جدول ۱) نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد از بین تیمارهای اعمال شده، کاربرد سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر میزان مواد جامد محلول اختلاف معنی‌دار داشت ($p<0/01$). نتایج نشان داد که میانگین درصد مواد جامد محلول درسطح ۴۰۰ گرم برای هر درخت سولفات پتاسیم نسبت به شاهد ۹/۶ درصد بود. حداقل میزان TDS (مواد جامد محلول) در تیمار شاهد (عدم استفاده از پتاس) به میزان ۸/۰۸ درصد به دست آمد. با مصرف سطوح سولفات پتاسیم این میزان به طور معنی‌داری افزایش یافت بطوری که در تیمارهای سولفات پتاسم ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم برای هر درخت مقدار آن به ترتیب ۸/۸ و ۹/۶ درصد به دست آمد (شکل ۷). بارزترین خصوصیات کیفی شلیل طعم و مزه آن است. همان طوری که در شکل ۷ نشان داده شده، با افزایش در میزان مصرف سولفات پتاسیم، افزایش در میزان مواد جامد محلول را در پی خواهد داشت که بطور قابل ملاحظه روی طعم و مزه میوه تاثیر دارند.



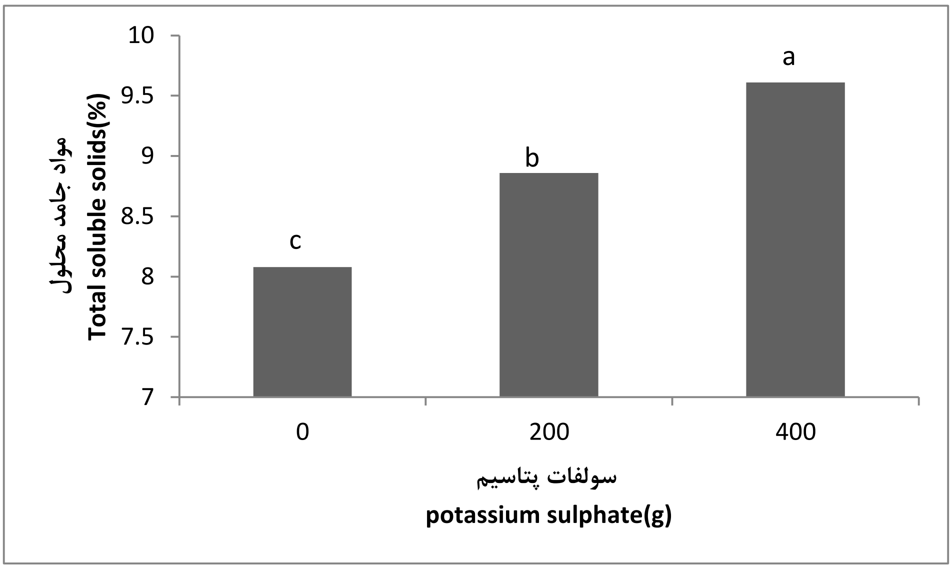
شکل ۵- اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر میزان پتاسم برگ شلیل رقم 'ردگلد'

Figure 5- The effect of potassium sulphate levels on potassium level of nectarine leaf cv. 'Redgold'



شکل ۶- اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر میزان پتاسیم برگ شلیل رقم 'ردگلد'
Figure 6- The effect of vermicompost levels on potassium content of nectarine leaf cv. 'Redgold'

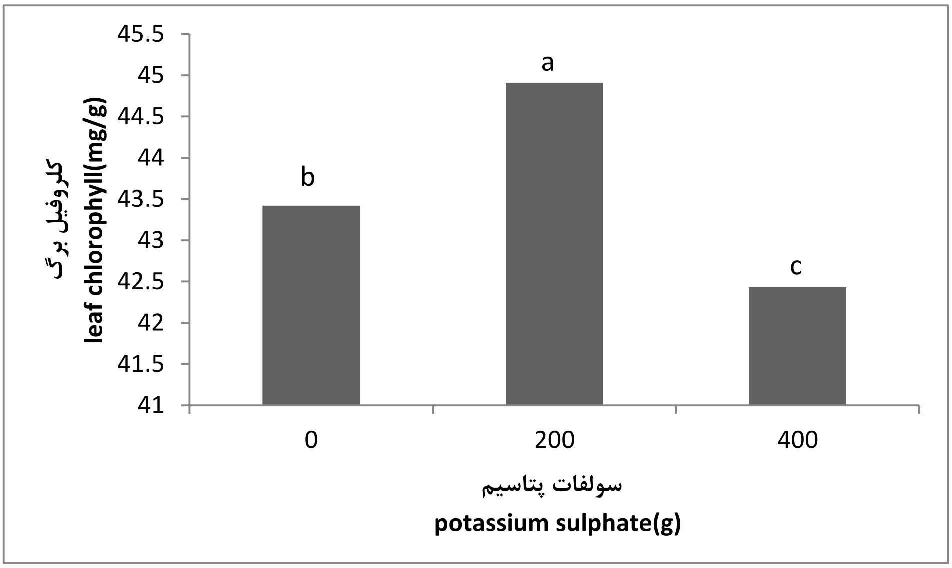
از طرفی هم زمان برداشت میوه شلیل تاثیر مستقیم بر کیفیت پس از برداشت میوه و عرضه به بازار را دارد. کوددهی پتاسیم سبب افزایش اسیدیته میوه سیب شد و با افزایش کود پتاسیم میزان اسیدیته به طور خطی افزایش یافت (۳۲). در نتایج یک مطالعه با بررسی اثر توفوردی و سولفات پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پرتقال نافی نشان داد که تغذیه برگی پتاسیم سبب افزایش اسیدیته و کاهش نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون شده است. در این پژوهش از معیار میزان مواد جامد محلول به عنوان شاخص کیفیت و شاخص برداشت استفاده شده و سپس نقش آن در انبارمانی و صفت فیزیکو شیمیایی میوه شلیل مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین سولفات پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول میوه شلیل در مقایسه با شاهد داشت. پتاسیم به صورت معنی‌داری در افزایش صفات کیفی شامل مواد جامد محلول موثر می‌باشد (۱۷).



شکل ۷- اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر میزان مواد جامد محلول میوه شلیل رقم 'ردگلد'
Figure 7- The effect of potassium sulphate levels on total soluble solids of nectarine fruits cv. 'Redgold'

کلروفیل برگ

نتایج آنالیز واریانس نشـــان می‌دهد تنها کاربرد ســـطوح مختلف سـولفات پتاسیم بر کلروفیل برگ اختلاف معنی‌دار داشت (p<0/01). (جدول ۳). مقایســه میانگین داده‌های مربوط به صـفت کلروفیل برگ نشـــان داد که حداکثر میزان فاکتور کلروفیل برگ در تیمار ۲۰۰ گرم پتاسیم برای هر درخت به میزان ۴۴/۹۱ میلی‌گرم در گرم بدست آمد و کمترین مقدار کلروفیل در تیمار شـاهد مشـاهده گردید و مقدار آن ۴۲/۴۳ میلی‌گرم در گرم بدسـت آمد (شـکل ۸). کاهش در محتوای کلروفیل‌ها به احتمال زیاد به دلیل افزایش کاتابولیسم کلروفیل‌ها و تخریب رنگدانه‌های فتوســنتزی می‌باشـد که این فرایند نیز خود نتیجهٔ فراهم نبودن عوامل لازم جهت ســنتز کلروفیل و تخریب سـاختمان آن در شـرایط تنش می‌باشـد (۱). برگ‌ها منبع اصـلی تجمع و تثبیت دی اکسـید کربن هسـتند و مقدار فعالیت آن‌ها به نیاز گیاه بســتگی دارد. از آنجایی که نیاز گیاه به دلیل افزایش بخش زایشـی افزایش یافته برگ‌ها نیز میزان کلروفیل بیشـتری را جهت سـنتز بیشـتر کربوهیدرات تولید می‌کنند. سـرعت فتوسنتز یا نرخ فتوسنتز در برگ‌های جوان پایین بوده و با افزایش سطح برگ افزایش می‌یابد (۴۱). افزایش غلظت کلروفیل، با مصـرف سـولفات پتاسـیم، قبلاً توسـط محققین اثبات شـده اسـت (۱۸). تیمارهای مصـرف پتاسیم نیز احتمالاً به دلیل نقش عمومی که پتاسـیم در برقراری تعادل بار الکتریکی در بافت‌های گیاهی و نیز حفظ آماس سـلولی دارد، باعث بهبود رشـد گیاه می‌شود (۲۷). در یک بررسی بر روی سـویا نتایج نشـان داد که پتاسـیم می‌تواند ازطریق افزایش رنگیزه‌های فتوسـنتزی، میزان کلروفیل، سـطح برگ، هدایت روزنه‌ای، فعالیت فتوسـنتزی و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز، باعث افزایش عملکرد ماده خشک شود (۳۱).



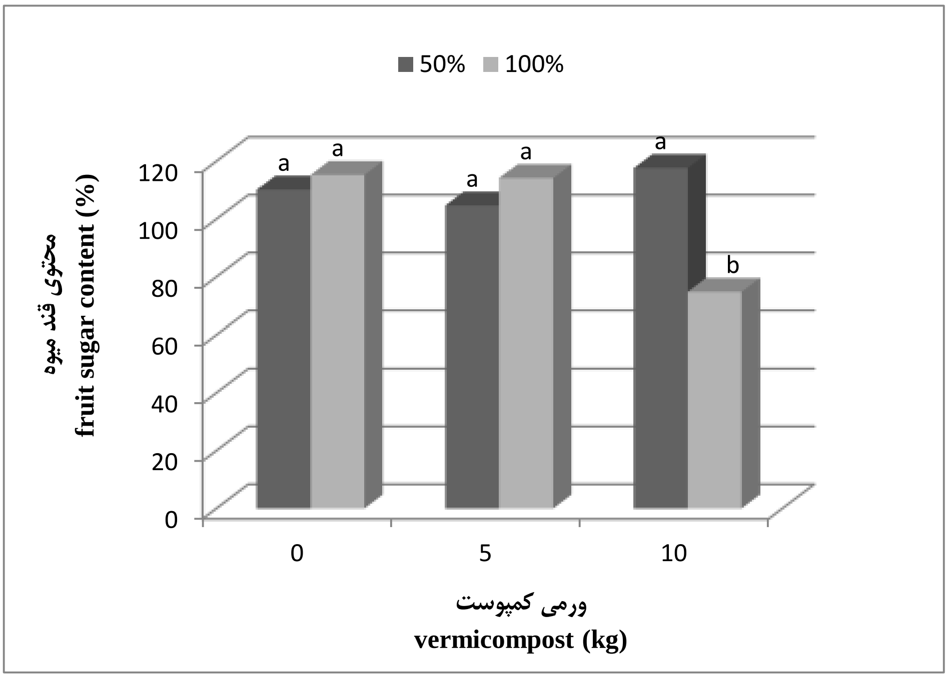
شکل ۸- اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر میزان کلروفیل برگ شلیل رقم 'ردگلد'

Figure 8- The effect of potassium sulphate on leaf chlorophyll content of nectarine cv. 'Redgold'

محتوی قند میوه

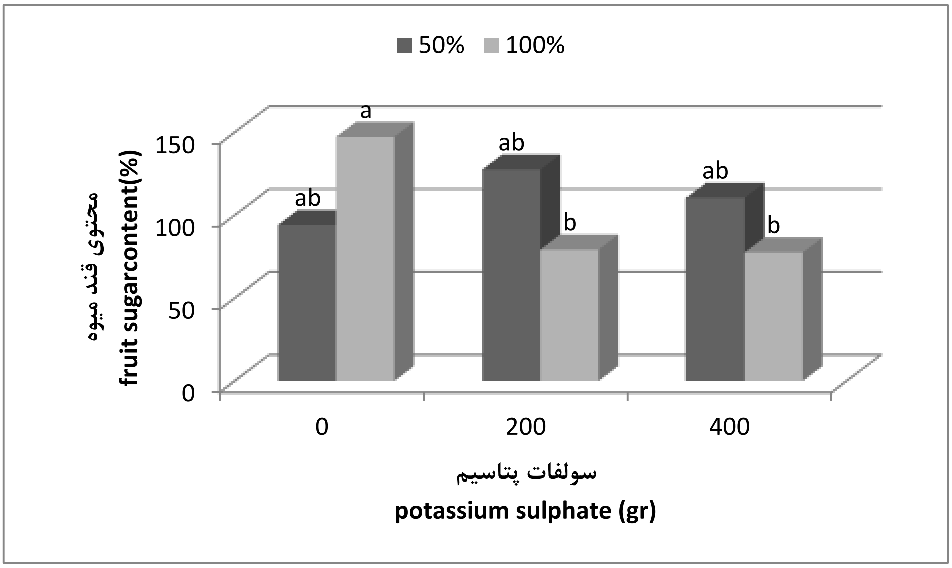
با توجه به (جدول ۳) نتایج آنالیز واریانس نشـان داد اثرات متقابل آبیاری و ورمی کمپوســت، اثر متقابل آبیاری و ســولفات پتاســیم و همچنین اثر متقابل ورمی کمپوسـت و سولفات پتاسیم بر محتوی قند میوه اختلاف معنی‌دار داشــت (p<0.05). بطوری کـه تحـت اثرات متقابل آبیاری و ورمی کمپوسـت مشاهده شد که کمترین محتوی قند میوه در سـطوح آبیاری ۱۰۰درصـد و ورمی کمپوسـت ۱۰ کیلوگرم با میانگین ۷۴/۸۳ و بیشـترین میزان درصـد قند میوه در سـطوح آبیاری ۵۰ درصـد و ورمی کمپوسـت ۱۰ کیلوگرم به میزان ۱۱۷/۶۶ بدسـت آمد (شـکل ۹). تحت اثرات متقابل آبیاری و سـولفات پتاسیم مشاهده شـد که حداقل میزان قند میوه در سطوح آبیاری ۱۰۰ درصد و پتاسیم ۴۰۰ گرم برای هر درخـت به میزان ۷۷/۶۶ و ســطوح آبیاری ۱۰۰ درصد و پتاسیم ۲۰۰ گرم برای هر درخت به میزان ۷۹/۳۳ بدست آمد. همچنین نتایج نشـان داد که حداکثر میزان قند میوه در سطوح آبیاری ۱۰۰ درصـد و پتاسیم شاهد به میزان ۱۴۷/۳۳ بدست آمد (شکل ۱۰) در حالی که این تیمار با تیمار های سـطوح آبیاری ۵۰ درصد و مقادیر پتاســیم (شــاهد، ۲۰۰، ۴۰۰ گرم برای هر درخت) اختلاف معنی‌دار آماری نداشـته اسـت. همچنین نتایج نشـان داد که حداکثر میزان قند

میوه در سطوح ماده آلی ۵ کیلوگرم و پتاسیم شاهد به میزان ۱۵۴/۷۵ کیلوگرم به دست آمد و اختلاف آماری آن معنی‌دار گردید (شکل ۱۱).



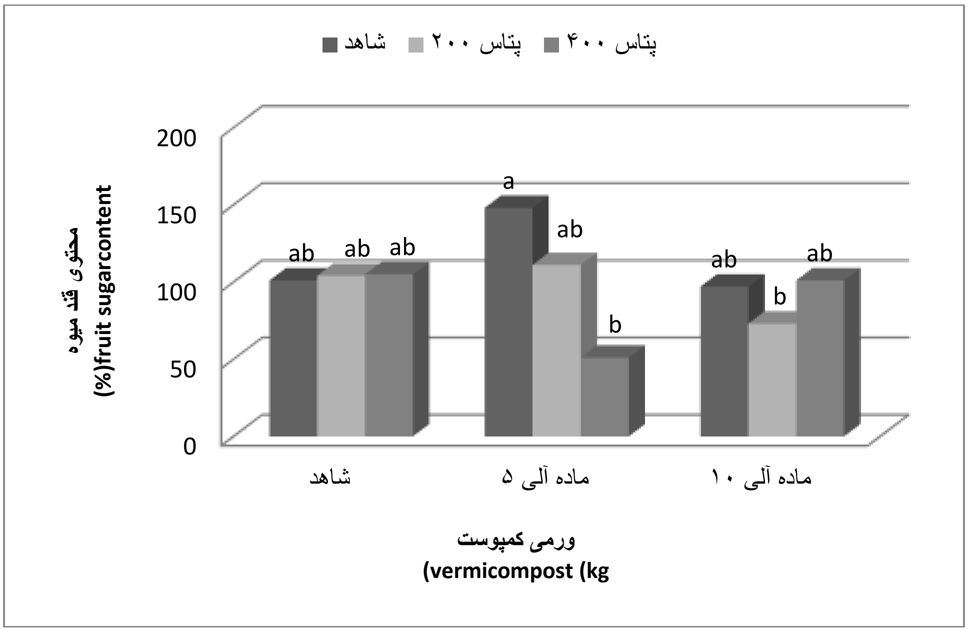
شکل ۹- اثر برهمکنش آبیاری × ورمی کمپوست بر محتوی قند میوه شلیل رقم 'ردگلد'

Figure 9- The interaction effect of irrigation ×vermicompost on fruit sugar content of nectarine cv. 'Redgold'



شکل ۱۰- اثر برهمکنش آبیاری × سولفات پتاسیم بر محتوی قند میوه شلیل رقم 'ردگلد'

Figure 10- The interaction effects of Irrigation ×Potassium sulphate on fruit sugar content of nectarine cv. 'Redgold'



شکل ۱۱- اثر برهمکنش ورمی کمپوست × سولفات پتاسیم بر محتوی قند میوه شلیل رقم 'ردگلد'

Figure 11- The interaction effects of vermicompost ×Potassium sulphate on fruit sugar content of nectarine cv. 'Redgold'

بطور کلی کم آبیاری یا تنش آبی باعث افزایش میزان قند کل می‌گردد. هرچه ورمی کمپوست خاک بیشتر باشد ظرفیت نگهداری آب در کمپلکس مواد آلی و معدنی خاک بیشتر است در صورتی که میزان ورمی کمپوست خاک یک درصد افزایش یابد ۲۰ تا ۲۵ درصد کاهش مصرف آب به وجود خواهد آمد. با افزودن مواد آلی به خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک افزایش می‌یابد. بطوری‌که میوه‌های تحت اثرات متقابل ۱۰۰ درصد آبیاری و ۱۰ کیلوگرم ورمی کمپوست حداقل میزان قند را در مقایسه با تیمار ۵۰ درصد آبیاری و ۱۰ کیلوگرم ورمی کمپوست به خود اختصاص داد. این نکته حائز اهمیت است که ورمی کمپوست قادر هستند ۲ الی ۶ برابر وزن خود آب جذب نمایند (۲۷). اکنون معلوم شده است که مصرف پتاسیم باعث پایین آمدن مصرف آب برای تولید هر واحد ماده خشک گیاهی می‌گردد. تغییر در میزان کربوهیدرات‌ها در گیاهان نشان دهنده آن است که تنش تاثیر مهمی بر میزان کربوهیدرات‌ها در گیاهان دارد، به طوری که تنش آب باعث می‌شود که کربوهیدرات‌های مرکب به کربوهیدرات‌های ساده تجزیه شوند یعنی تبدیل نشاسته به قندهای ساده تحت این شرایط تسریع خواهد شد، این می‌تواند دلیل بر افزایش محتوی قند کل در میوه درختان تحت تنش نسبت به شاهد باشد (۲۳). اصولاً تجمع کربوهیدرات‌ها باعث تنظیم اسمزی سلول‌ها می‌شود، با این عمل سبب نگهداری آماس سلول‌ها در کمبود آب می‌گردد. در حقیقت یک نوع پاسخ به تنش آب محسوب می‌شود (۶).

نتیجه‌گیری

آنچه که در این پژوهش مد نظر قرار گرفته، نحوه کاربردی کردن سولفات پتاسیم و ورمی کمپوست در حفظ کیفیت میوه و صرفه‌جویی در مصرف آب در شرایط تنش می‌باشد. از آنجایی که این پژوهش بر روی درختان شلیل ارقام پیش رس بهاره که فاصله بین گل تا میوه کامل کمتر از چهار ماه می‌باشد اجرا گردید، و با توجه به اقلیم مازندران بیشترین نیاز آبی این درختان در زمستان و بهار مرتفع گشت. در این سال اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری مشاهده نشد که دلیل آن می‌تواند مربوط به زمان انجام تنش باشد که در مرحله رشد میوه بوده و در این دوره سخت شدن هسته است در این دوره میوه نیاز ابی فراوانی ندارد بنابراین اختلافی از نظر عملکرد نباید مشاهده شود. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد کاربرد ورمی کمپوست به همراه سولفات پتاسیم نقش مفید و موثری در بهبود صفات موررد مطالعه در شلیل رقم رد گلد داشت. به نظر می‌رسد همراهی کود سولفات پتاسیم به همراه ورمی کمپوست باعث قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی و در نهایت موجب افزایش رشد و افزایش عملکرد گیاه می‌شود.

منابع

1- Ahmadi A., and Siosemardeh A. 2005. Investigation on the physiological basis of grain yield and drought resistance in wheat: leaf photosynthetic rate, stomatal conductance, and non-stomatal limitations. International Journal of Agriculture and Biology 5(7): 807-8011. (In Persian with English abstract)

2- Ahmadi K.E.Z., H.R. Hatami F., Hossein Pour R., and Abd Shah H. 2016. Agricultural Statistics (Vol. 3). Ministry of Agriculture: Deputy Minister of Planning and Economic Development, I.C.T center. (In Persian with English abstract)

3- Alipour H.A.H.F.S.J. 2003. Diagnosis and elimination of nutrients deficiency in Pistachio: Pistachio Research Institute, Rafsanjan.

4- Almeselmani M., Pant R., and Singh B. 2009. Potassium level and physiological response and fruit quality in hydroponically grown tomato. International Journal of Vegetable Science 16(1): 85-99.

5- Atiyeh R., Arancon N., Edwards C., and Metzger J. 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81(2): 103-108 .

6- Atkinson C.J., Policarpo M., Webster A.D., and Kuden A.M. 1999. Drought tolerance of apple rootstocks: production and partitioning of dry matter. Plant and Soil 206(2): 223-235.

7- Babalar M.P.M. 2004. Nutrition in fruit trees: Institute of Publications and Printing of Tehran University.

8- Boman B. 1997. Effectiveness of fall potassium sprays on enhancing grapefruit size. Paper presented at the Proceedings of the Florida State Horticultural Society.

9- Dasberg S. 1992. Irrigation management and citrus production. Proceedings of the international society of citriculture, Catnia, Italy, 8-13 .

10- De la Hera M., Romero P., Gomez-Plaza E., and Martinez A. 2007. Is partial root-zone drying an effective irrigation technique to improve water use efficiency and fruit quality in field-grown wine grapes under semiarid conditions? Agricultural Water Management 87(3): 261-274.

11- Egilla J.N., Davies F.T., and Drew M.C. 2001. Effect of potassium on drought resistance of *Hibiscus rosa-sinensis* cv. Leprechaun: Plant growth, leaf macro-and micronutrient content and root longevity. Plant and Soil 229(2): 213-224 .

12- Fischer R., and Maurer R. 1988 Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research 29(5): 897-912.

13- Ginestar C., and Castel J. 1996. Responses of young clementine citrus trees to water stress during different phenological periods. Journal of Horticultural Science 71(4): 551-559 .

14- Goldhammer D., Salinas M., Crisosto C., Day K., Soler M., and Moriana A. 2001. Effects of regulated deficit irrigation and partial root zone drying on late harvest peach tree performance. Paper presented at the V International Peach Symposium 592.

15- H., D. M. 2002. Vegetative culture: Tehran University Press.

16- Iran I. o. S. a. I. R. o. 1992. Fruit juices – Test methods, ISIRI no: 2685 .

17- Jahanbin R.Y.S., Eshghi S., and Tafazoli A. 2004. The effect of potassium sulfate and potassium sulfate on quantitative and qualitative characteristics of orange juice. Journal of Science (Agricultural Science and Technology) 22(2): 102-112.

18- Jamali J., Enteshari S., and Hosseini S.M. 2012. The effect of potassium and zinc elements on biochemical and physiological changes of drought tolerance in corn (CV SC 70 CROP PHYSIOLOGY 4(14).

19- Jifon J.L., and Lester G.E. 2008. Effects of foliar potassium fertilization on muskmelon fruit quality and yield. Paper presented at the Meeting Abstract.

20- Kafi M.T.A.R. 1998. Physiology of fruit trees in temperate regions. Compilation of Micos Faust, (translation). Tehran University Press, 423.

21- Kafi M., Z.A., Sharifi H.R., Kamkar B., and Goldani M. 2000. Plant physiology. Mashhad University Press.

22- Khanbabakhani L., Mohammadi Torkashvand A., and Mahmoodi A.M. 2018. Prediction of soil texture using artificial neural networks. Journal of Soil and Water Resources Conservation 8(1).

23- Khayyat M., Tafazoli E., Eshghi S., Rahemi M., and Rajaee S. 2007. Salinity, supplementary calcium and potassium effects on fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci, 2: 539-544.

24- Kramer P. 1983. Water deficits and plant growth. Water Relations of Plants 342-389.

25- Lester G.E., Jifon J.L ,. and Makus D.J. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: Melon (*Cucumis melo* L.) case study. Plant and Soil 335(1-2): 117-131.

26- Lindhauer M. 1985. Influence of K nutrition and drought on water relations and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 148(6): 654-669.

27- Lovatt C., and Faber B.A. 2008, Reducing water use in navel orange production with partial root zone drying. 83-84.

28- M.D.A. 2002. The mechanisms of resistance of plants to environmental stresses. Mashad: Ferdowsi University of

Mashad.
29- Malakouti M.J., Shahabi A.A., and Bazargan K. 2016. Potassium in Agriculture «The role of potassium in the production of healthy agricultural» (2 ed.): moballeghan.
30- Malakuoti M. 2000. General diagnosis method and essentiality of optimum fertilizers application: Tarbiat Modaress University Press, 131p.
31- Manuchehri S.M.M.J. 2001. Effect of type and value of potassium fertilizers on growth indices, mineral elements concentration and fruit quality in apple trees. Soil and Water Sciences 15(2): 167-179.
32- Marchiol L., Leita L., Martin M., Peressotti A., and Zerbi G. 1996. Physiological responses of two soybean cultivars to cadmium. Journal of Environmental Quality 25(3): 562-566.
33- Ministry of Jihad-e-Agriculture D.o.P.a.E.A. 2003. The results of the sampling plan for garden products, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Deputy of Planning and Economic Affairs. Office of Statistics and Information Technology, 95.
34- Noor jou A., and Dolati Baneh H. 2021. Deficit irrigation in grapevines garden (A case study: Azarbaijan) grap Journal, Ministry of Agriculture Jihad 2(2): 26-31.
35- Sadasivam S., and Manickam A. 1992. Biochemical methods for agricultural sciences: Wiley eastern limited.
36- Sepah khah A.R., Tavakoli A.R., and Mousavi S.F. 2005. Principles and doctrines of deficit irrigation: International Commission on Irrigation & Drainage (ICID).
37- Statistical yearbook of Mazandaran province; Land and climate. 2016. Planning and Budget Organization: Management and Planning Organization of Mazandaran.
38- Taiz L., a. E. Z. 1991. Plant physiology. Benjamin/Cummings Publishing Company. Inc. Red wood City, 100-119.
39- Tofighi H. 2003. A New Method for Determination of Soil Carbonates. Iranian Journal of Agriculture Science 34(3): 517-526.
40- Tomati U., Grappelli A., and Galli E. 1983. Fertility factors in earthworm humus. Paper presented at the Proceedings of the International Symposium on Agricultural Environment. Prospects in Earthworm Farming. Publication Ministero Della Ricerca Scientifica e Technologia, Rome.
41- Treeby M., Henriod R., Bevington K., Milne D., and Storey R. 2007. Irrigation management and rootstock effects on navel orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] fruit quality. Agricultural Water Management 91(1-3): 24-32.
42- Zare Abyaneh H., Jovzi M., Afruzi A., and Gharibzadeh A. 2014. Determination of electrical conductivity of the saturation extract (ECe) relationships with a few soil salinity parameters in comparison with the new method of calculating ECe. Irrigation and Water Engineering 4(4): 81-93.
43- Zarrabi M., and Jalali M. 2009. A comparison of some extractants used for the assessment of available potassium in some Hamadan soils Iranian Journal of Soil and Water Research 40(2).

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.3, Fall 2021, P. 313-330
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۳۳۰-۳۱۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Investigation the Effects of Water Stress and Different Levels of Vermicompost and Potassium Sulfate on some Quantitative and Qualitative Characteristics of Redgold Nectarine

M. Janali nejad[1]- H. Afshari[2]*- B. Alizadeh[3]- O. Ghasemi[4]

Received: 25-04-2019
Accepted: 17-05-2021

Introduction: Environmental stresses are the most important factors that reduce agricultural yield all over the world. The water stress especially in flowering damages yield and yield quality, however, some studies showed that sometimes it does not have any harmful effect on yield. For instance, some studies approved that deficit irrigation improves sugar content and then fruit quality. Therefore, in order to evaluate the effects of potassium sulfate, vermicompost and water stress on yield and quality of four years old nectarine (CV Red gold), an experimental study was carried out on a garden which covers 5000 m^2 in Eslamdeh (Sari) during 2015 to 2016.

Materials and Methods: A split-split plot experiment based on complete randomized block design (RCBD) with 18 treatments in three replications (totally 54 treatments (trees)) was used in this study. Some complex soil samples were gathered individually from 0-30 and 30-60 cm to determine macro and micro fertilizer demand and were analyzed to determine physicochemical characteristics. Two levels of tree water requirement (50% and 100%) as the main plot, vermicompost in three levels (0, 5 and 10 kg per tree) as subplot, and three levels of potassium sulfate, (0, 200 and 400 g per tree) as sub-sub plothad been applied. The rest fertilizer demand was recommended based on soil analysis. vermicompost, potassium sulfate and other essential fertilizers were applied in late winter and then aeration or digging was carried out. The fruit was picked after ripening and was weighed. Diameter, height and mass weight were measured. Soluble solids, the total sugar content of fruit was measured based on pH-meter, refractometer and Arnon methods. Potassium and chlorophyll were measured by flame photometer and chlorophyll meter.

Results and Discussion: The results showed that the effects of different levels of applied treatments were not significant on fruit pH. In addition, effects of different levels of potassium sulfate on TSS, leaf chlorophyll, potassium sulfate levels of leaf, fruit weight and yield, fruit height, and flesh weight, single fruit weight were all significant at 1 % level. The results also showed that levels of vermicompost on K level of leaf and fruit yield was significant at 1% level, and on fruit weight at 5% level. Effects of other treatments were not significant on other studied traits. Results of mean comparison showed that fruit crop was increased with an increase in vermicompost application. The minimum yield (41.44 kg/fruit) obtained from control and application of 10 and 20 kg/h vermicompost resulted in 58.33 and 60.61 kg/h, respectively. Application of potassium sulfate also showed to be effective on fruit yield. The minimum yield obtained from control, applying 200, 400 g of potassium sulfate, resulted in 54.89 and 61.33 kg/tree. Furthermore, potassium sulfate levels resulted in TSS enhancement. The minimum obtained from control plot (8.083) and maximum obtained from 8.864 and 9.612 with applying 200, 400 g of potassium sulfate, respectively. Potassium application also resulted in fruit level volume. The minimum level observed at control plot (116.2), applying 200, 400 g of potassium sulfate, resulted in 131.5 and 141.3 kg/tree. The interaction effects of different levels of potassium sulfate, vermicompost and irrigation showed that maximum fruit yield obtained from 400 g/K, 10 kg of vermicompost and applying 100% tree water requirement with yield of 70.66 g which was not statistically different with triple interaction of 400 g/K, 10 kg of vermicompost and applying 50% of tree water requirement.

Conclusion: In the current research, the effects of the use of potassium sulfate and vermicompost on maintaining plant balance and fruit quality and also decreasing water use in stress conditions were studied. Results showed that the use of potassium sulfate along with vermicomposts had a significant effect of improving morphological and physiological characteristics of nectarine. Furthermore, they increased nutrition availability for the crop and then increased yield and fruit quality. The following conclusion to be drawn is that fruit was increased with an increase in vermicompost application. Application of potassium sulfate also showed to be effective on fruit yield and TSS enhancement. The interaction effects of different levels of potassium sulfate, vermicompost and irrigation showed that maximum fruit yield obtained from 400 g/K, 10 kg of organic matter and applying

1 and 2- Graduated from Master of Horticultural Sciences and Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran
(*- Corresponding Author Email: H.Afshari@damghaniau.ac.ir)
3- Instructor, Department of Horticultural Science and Landscape, Ferdowsi University, Mashhad-Iran
4- Faculty Member of Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center
DOI: 10.22067/jhs.2021.60608.0

100% tree water requirement with yield of 70.66 g which was not statistically different with triple interaction of 400 g/K, 10 kg of vermicompost and applying 50 % tree water requirement.

Keyword: Drought stress, Function, Organic fertilizer and Potassium